ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1974 N° 56

LES PROTÉINES VÉGÉTALES TEXTURÉES ET LES PRODUITS CARNÉS

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
Diplôme d'Université

présentée et soutenue publiquement en 1974
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

par

Mohamed HIJAZI
Né le 17 Septembre 1943 à Tripoli (LIBAN)

Jury :

Président : MM. ROUX, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs : M. LABIE, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. ESPINASSE, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

CEPADUES
29, boul. Carnot, 29
TOULOUSE

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549604_0003

LES PROTÉINES VÉGÉTALES TEXTURÉES ET LES PRODUITS CARNÉS

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1974 N° 56

LES PROTÉINES VÉGÉTALES TEXTURÉES ET LES PRODUITS CARNÉS

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
Diplôme d'Université

présentée et soutenue publiquement en 1974
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

par

Mohamed HIJAZI
Né le 17 Septembre 1943 à Tripoli (LIBAN)

Jury :

Président : MM. ROUX, Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs : M. LABIE, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. ESPINASSE, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

CEPADUES
29, boul. Carnot, 29
TOULOUSE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

DIRECTEUR — MM. **LAUTIE**
DIRECTEURS HONORAIRES — PONS, DARRASPEN
PROFESSEUR HONORAIRE — LOMBARD

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie et Toxicologie.
Professeur titulaire — M. **Godfrain**
Maître-Assistant — Mme **Burgat-Sacaze**
Pharmacie et Toxicologie

Chaire de Physique et Chimie Biologiques et Médicales.
Professeur titulaire — MM. **Rico**
Maître-Assistant — **Braun**
Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale

Chaire d'Anatomie des Animaux domestiques.
Professeur titulaire — MM. **Pavaux**
Maître-Assistant — **Lombard**
Anatomie descriptive - Extérieur
Anatomie appliquée - Tératologie

Chaire de Physiologie et Thérapeutique.
Professeur titulaire — MM. **Ruckebusch**
Maître de Conférences, non Chef de Service — **Fargeas**
Physiologie - Thérapeutique et Pharmacodynamie

Chaire d'Histologie - Anatomie Pathologique.
Professeur titulaire — MM. **Van Haverbeke**
Professeur sans Chaire — **Cabanié**
Maître-Assistant — **Magnol**
Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique

Chaire d'Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale.
Professeur titulaire — M. **Labie**
Maître-Assistant — **Eeckhoutte**, Melle **Brizay**
Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des Denrées alimentaires d'origine animale

Chaire de Parasitologie et Maladies Parisitaires.
Professeur titulaire — M. **Brizard**
Maître-Assistant Agrégé — **Dorchies**
Zoologie appliquée - Parasitologie externe
Parasitologie interne - Clinique

Chaire de Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores.
Professeur titulaire — M. **Florio**
Professeur sans Chaire — **Lescure**
Maître-Assistant — **Guelfi**
Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie - Clinique

Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour.
Professeur titulaire — M. **Tournut**
Professeur sans Chaire — **Espinasse**
Maître-Assistant — **Bézille**
Séméiologie et Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour - Clinique
Clinique ambulatoire

Chaire de Pathologie Chirurgicale.
Professeur titulaire — M. **Cazieux**
Propédeutique et Séméiologie Chirurgicale
Technique Chirurgicale - Pathologie Chirurgicale

Chaire de Pathologie de la Reproduction.
Professeur titulaire — M. **Berthelon**
Professeur sans Chaire — **Royal**
Maître-Assistant — **Tainturier**
Séméiologie et Propédeutique
Pathologie de la Reproduction - Obtétrique - Clinique

Chaire de Maladies Contagieuses - Zoonoses - Législation Sanitaire.
Professeur titulaire — M. **Saurat**
Maître-Assistant Agrégé — **Chantal**
Maître-Assistant — **M. Ganière**
Maladies Contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire

Chaire de Pathologie générale - Microbiologie - Immunologie.
Professeur titulaire — M. **Lautié**
Maître-Assistant — **Meignier**
Microbiologie - Immunologie - Pathologie générale

Chaire de Zootechnie et Economie Rurale.
Professeur titulaire — M. **Queinnec**
Maître-Assistant — **Darre**
Ethnologie - Génétique appliquée - Hygiène générale
Zootechnie - Elevage
Economie générale et des Productions animales

Chaire d'Alimentation.
Professeur titulaire — M. **Faliu**
Maître de Conférences, non Chef de Service — **Griess**
Botanique appliquée et Bromatologie
Agronomie - Alimentation

COURS COMPLEMENTAIRES — CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies Infectieuses	MM. **Monnier**
Aspect médical des Zoonoses	**Armengaud**
Energétique	**Labouche**
Initiation à l'Informatique Biomédicale	**Fernet**
Agronomie	**Combret**
Métabolismes	**Raynaud**

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions emises par les candidats
(Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924)

A MA FAMILLE

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur ROUX

de l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Nous le remercions très respectueusement de l'honneur qu'il nous a fait en présidant notre jury.
Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre reconnaissance et notre profond respect.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur LABIE

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Il a bien voulu nous confier le sujet de cette thèse et nous guider dans ce travail.
Qu'il veuille bien trouver ici le témoignage de notre respectueux attachement.

Monsieur le Professeur ESPINASSE

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Nous lui sommes reconnaissants d'avoir bien voulu accepter de participer à notre jury de thèse.
Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

Nous remercions :

Les Laboratoires MILES Division MARSCHAL

L'Institut des Corps Gras

La Société SEMPA CHIMIE

La Société SPILLERS

La Société CENTRAL - SOYA

La Société CARGILL

Pour l'aide qu'ils nous ont apportée
dans l'élaboration de ce travail.

PLAN

INTRODUCTION

- PREMIERE PARTIE

. L'homme et les protéines
. Définition et étymologie

I Les Protéines

1 - Les qualités des protéines
    1.1 - Qualités extrinsèques
    1.2 - Qualités intrinsèques
2 - Rôle des acides aminés essentiels
3 - Besoins et sources

II La pénurie en protéines d'origine animale

1 - Disponibilité en protéines
2 - Causes de cette pénurie
        a) - La religion
        b) - Traditions alimentaires
        c) - Technologie industrielle

III Nouvelles sources des protéines

1 - Les levures aliments
2 - Les graines oléagineuses
    2.1 - Historique
    2.2 - Valeur nutritive
        a) - Teneur en protéines
        b) - Facteurs antinutritionnels

IV Les protéines végétales texturées

. Principes de fabrication
1 - Procédés de fabrication
    1.1 - Produits filés
    1.2 - Produits texturés
        a) - Procédé d'Anson et Pader
        b) - Procédé simplifié

- DEUXIEME PARTIE

. Les protéines végétales texturées remplacent-elles la viande ?

I Les caractéristiques des P.V.T.

1 - Nutritionnelles
2 - Bactériologiques

II Technologie d'emploi des P.V.T.

1 - Réhydratation
2 - Applications
    2.1 - Les protéines filées
    2.2 - Les protéines texturées

III Acceptabilité des P.V.T.

1 - Consommateurs non avertis
2 - Consommateurs avertis

IV Avantages des P.V.T

1 - Revalorisation de la viande
2 - Baisse des prix

V Les contraintes

1 - Dans les pays développés
        a) - Aux Etats-Unis
        b) - En France
2 - Dans les pays en voie de développement

VI Détection des P.V.T.

1 - Méthodes histologiques
2 - Méthodes sérologiques et immunologiques
3 - Méthodes chimiques
4 - Méthodes physico-chimiques

CONCLUSION
BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

A notre époque où l'homme a fait des progrès importants dans tous les domaines, on constate que la famine menace encore chez les deux tiers de la population mondiale.

Cette population vit dans des pays où la carence en protéines est due à un manque de sources protéiniques ou à une mauvaise utilisation de ces sources. La malnutrition protéinique qui en découle reste le facteur déterminant d'un taux élevé de la mortalité pré et post natale et des maladies infectieuses.

Dans les pays développés, les protéines sont toujours disponibles en quantité suffisante mais leur prix de revient est élevé.

On pense donc que pour résoudre les problèmes alimentaires mondiaux on doit favoriser davantage l'application en nutrition humaine des connaissances nouvelles acquises dans le domaine des protéines.

Il faut chercher de nouvelles sources protéiniques et les transformer en aliments nutritifs pouvant être acceptés par l'homme.

Parmi les aliments protéiques non classiques, on peut utiliser les protéines fournies par les céréales et les oléagineux, seules ou en les combinant avec d'autres protéines animales.

D'après les nutritionnistes, les graines de soja utilisées comme source de protéines seraient une solution au problème des carences en protéines qui se pose dans le monde.

Ces graines étaient connues depuis longtemps par

certaines populations d'Extrême-Orient(exemple: gâteau de soja dans la cuisine chinoise) où elles servaient à l'alimentation des hommes sans avoir subi de traitement industriel.

Dans les pays développés, elles ont été connues récemment mais sont restées exclusivement pour l'alimentation animale.

Actuellement dans l'industrie alimentaire, plusieurs méthodes de transformation ont été mises au point pour développer la consommation de ces protéines sous forme d'aliments végétaux imitant la viande.

Dans notre étude, nous décrirons les méthodes les plus courantes pour la transformation des graines de soja, les caractères nutritionnels et technologiques des produits finis, puis nous examinerons le comportement de l'homme devant ces nouveaux aliments et nous nous demanderons quel sera leur avenir.

°

° °

PREMIERE PARTIE

L'HOMME ET LES PROTEINES

DEFINITION ET ETYMOLOGIE

Les protéines sont des molécules de poids moléculaire élevé, formées entièrement ou pour une large part, d'acides aminés unis par des liaisons peptidiques.

Le nom "protéine" provient du substantif "proterias" qui signifie principal, premier. Egalement on doit rattacher le mot protéine au nom Protée, Dieu de la Grèce antique.

Une légende veut que ce dernier ait eu la faculté de changer de forme à volonté, ce qui correspond aux structures extrêmement diverses comme aux rôles multiples des protéines.

I - LES PROTEINES

1 - LES QUALITES DES PROTEINES

A l'état naturel, nos aliments sources de protéines contiennent toujours une certaine quantité de glucides et de lipides à côté des acides aminés.

Aucun aliment n'échappe à cette règle, même les poissons maigres dont le taux en protéines atteint l'ordre de 90 % par rapport à la matière sèche. Donc on peut attribuer à de telles rations protéiques deux qualités : une extrinsèque et une autre intrinsèque.

1.1 - Qualité extrinsèque

La qualité extrinsèque d'un aliment protéique dépend de la proportion et de la nature des substances non protéiques. La proportion de ces substances varie d'une façon générale avec l'origine de la ration. Ainsi on trouve que l'oeuf contient 55 % de matières non protéiques par rapport à la matière sèche, la viande 10 à 50 %, le poisson 10 à 30 %, tandis que les aliments d'origine végétale ont souvent des teneurs beaucoup plus importantes en matière non protéique 85 à 90 % pour les céréales, 70 à 80 % pour les légumes secs.

Qualitativement, les glucides qui existent dans la viande ou les poissons et les oeufs sont facilement assimilables au niveau du tube digestif. Par contre, les rations protéiques d'origine végétale contiennent des glucides moins faciles à digérer et des produits tels que les tanins. Or les tanins diminuent l'utilisation des protéines et provoquent un mauvais fonctionnement du tube digestif.

1.2 - Qualités intrinsèques

A l'opposé, les qualités intrinsèques d'une ration protéique dépendent seulement de leur composition en acides aminés indispensables.

Un aliment protéique est de bonne qualité intrinsèque si les proportions pondérales mutuelles de leurs acides aminés essentiels sont voisins de l'optimum des besoins de l'organisme.

Chaque acide aminé essentiel doit s'y trouver dans une proportion telle qu'il ne devienne pas un facteur limitant.

Pour qu'un aliment protéique soit de bonne qualité, il faut que sa composition en acides aminés essentiels se rapproche de celle de l'oeuf. A cet égard, les protéines végétales ne sont pas toujours de moins bonne qualité que les protéines animales comme on le répète parfois abusivement.

Certes, les protéines animales sont plus équilibrées en acides aminés essentiels que les protéines de céréales. Mais les protéines des oléagineux (haricot, lentille, colza, tournesol, soja) ont des caractéristiques assez voisines du profil optimal et sont de bonne qualité.

2 - ROLE DES ACIDES AMINES ESSENTIELS

L'organisme est capable de transformer partiellement les protides en glucides ou lipides, mais il est parfaitement incapable de synthétiser les protéines à partir d'autres sources d'énergie. D'où la nécessité d'apporter ces protéines à l'organisme.

Les protéines sont formées des vingt types d'acides aminés dont une douzaine(et au moins huit) sont indispensables, voire irremplaçables et doivent exister dans la ration.

Les acides aminés entrent dans la constitution des molécules fonctionnelles telles que les enzymes, les hormones. Ces molécules sont de véritables outils nécessaires au fonctionnement de nos cellules et de nos tissus. L'insuffisance et l'absence même d'un seul acide aminé indispensable va bloquer les chaînes de synthèse de ces molécules et entraîne des perturbations graves qui peuvent aller jusqu'à la mort des cellules.

En médecine vétérinaire ainsi qu'en médecine humaine, le tableau des maladies nutritionnelles est long.

Dans les pays sous-développés, la malnutrition protéinique est une cause de la mortalité pré et post natale, des malformations, de l'arrêt de croissance et de retard mental.

L'alimentation de ces pays est à base de céréales déficientes en lysine, acide aminé indispensable à la croissance.

3 - BESOINS ET SOURCES

D'après la F.A.O., les quantités de protéines nécessaires à un nourrisson jusqu'à l'âge de trois mois sont de l'ordre de 2,3 g/kg et par jour.

Cette quantité décroît progressivement et tombe à 0,7 g/kg de poids et par jour pour un adulte.

Ces besoins varient suivant la phase physiologique et la nature des activités.

L'homme trouve ses besoins dans les aliments :

soit d'origine animale :

- viande,
- poisson,
- oeufs,
- lait et succédanés.

soit d'origine végétale :

- céréales,
- oléagineux et protéagineux
- végétaux verts,
- algues
- levures.

Actuellement, les sources et le pourcentage des protéines consommées sont :

- céréales	50 %
- viande et produits laitiers	24 %
- graines oléagineuses et noix	13 %
- tubercules	5 %
- fruits et légumes	3 %
- poissons	3 %
- oeufs	2 %

II - LA PENURIE EN PROTEINES D'ORIGINE ANIMALE

1 - DISPONIBILITES EN PROTEINES

Suivant un plan indicatif mondial pour le développement de l'agriculture préparé par la F.A.O., les ressources alimentaires par tête d'habitant dans les pays en voie de développement sont inférieures de 7 % aux besoins en protéines.

Si les disponibilités en protéines sont en moyenne de 90 g par jour et par individu dans les pays développés, elles ne sont en moyenne que de 57 g dans les pays en voie de développement, et peuvent ne pas dépasser 40 g dans certains pays de l'Asie du Sud-Est. L'écart est encore plus grand si on ne considère que les disponibilités en protéines animales: 48 g en moyenne par jour et par individu pour les pays développés contre environ 11 g dans les pays en voie de développement(6à 20g suivant les pays).

Moins d'un tiers de la population mondiale, - cette fraction vivant dans les pays d'Europe Occidentale, d'Amérique du Nord et de la région de la Plata- consomme ainsi plus de 70 % des disponibilités en protéines d'origine animale.

Une enquête réalisée par la F.A.O.et portant sur les cinq dernières années, a fait apparaître que sur quatre-vingt quatre pays en voie de développement, représentant 1 800 millions d'habitants, quarante-trois pays avaient un approvisionnement en protéines inférieur aux besoins.

Les experts de la F.A.O. estiment qu'en 1985 la quantité de protéines disponibles sera inférieure de 20 % à la demande solvable.

2 - CAUSES DE CETTE PENURIE

Les causes du manque de protéines dans les pays développés sont différentes de celles des pays en voie de développement.

En Europe, par exemple, bien que la technologie alimentaire et industrielle ait fait un grand pas et que l'élevage suive le progrès technologique, on trouve un certain manque en protéines.

Dans les cantines scolaires ou dans les maisons de retraite des personnes âgées, les repas sont pauvres en protéines.

De même on retrouve ce manque au niveau des plats préparés dans la cuisine familiale.

La cause peut être expliquée par le fait que le niveau de vie augmente constamment et que les salaires n'augmentent pas dans les mêmes proportions, ni avec le même rythme, ce qui agrandit la faille entre le niveau de vie et le pouvoir d'achat.

Quant aux pays en voie de développement, à côté du problème du pouvoir d'achat, d'autres causes existent:

a) - La religion

Une partie de la population hindoue se contente d'une alimentation végétarienne parce que la consommation de la viande est interdite par la religion.

De même, dans les pays en voie de développement de religion islamique, la viande porcine est interdite, ce qui prive la population d'une quantité considérable de protéines.

b) - Traditions alimentaires.

La cuisine des pays en voie de développement est à base de légumes, de céréales et de féculents. La viande ne joue que le rôle d'un additif dans la préparation de ces plats.

c) - Technologie industrielle

Certains pays en voie de développement possèdent des ressources protéiniques de très bonne valeur nutritive, c'est le cas des pays d'Afrique du Nord, dont le Maroc et la Tunisie.

Au Maroc, chaque année, des milliers de tonnes de sardines viennent se jeter pendant quelques jours sur les côtes. Une partie de ces poissons est absorbée par l'industrie des conserves et l'industrie de fabrication de farine de poissons, mais les conserves de poissons sont exportées pour des raisons économiques; quant à la farine de poissons, elle est donnée au bétail. En alimentation humaine, l'utilisation de cette farine se heurte à des problèmes de conservation, de stockage et de transport.

III - NOUVELLES SOURCES DE PROTEINES

L'humanité est actuellement à la recherche d'aliments nouveaux. Non des glucides, aliments du muscle, ni des lipides qui sont essentiellement thermogènes, mais des protéines avec leur cortège d'acides aminés qui servent à assurer la solidité de la cellule.

Les aliments recherchés doivent être riches en protéines de bonne qualité, avoir un prix de revient bas, être aisément digestibles et sans conséquences nocives sur la santé humaine.

Depuis quelques années, l'industrie alimentaire a mis sur le marché des aliments protidiques peu coûteux avec le souci de stopper la pénurie en protéines animales.

Les protéines constituant ces nouveaux produits sont isolées à partir de la levure ou des graines oléagineuses.

1 - LES LEVURES ALIMENTS

Les levures sont des micro-organismes riches en protéines de bonne qualité, caractérisées par une extrême rapidité d'élaboration. Elles se multiplient sur des chaînes carbonées (hydrocarbures, mélasses, résidus de canne à sucre, résidus de laiterie).

Levures utilisées comme levure-aliment:

- saccharomyces cerevisiae
- saccharomyces lactis
- torulopsis utilis, variété major (candida utilis)
- mycocandida lypolitica

Par opposition à la levure-ferment, la levure-aliment doit être éclatée et tuée pour rendre disponibles les aliments qu'elle contient et pour supprimer son pouvoir de fermentation et de prolifération.

La levure est un aliment protidique dans lequel le rapport des calories protidiques aux calories non protidiques est de 0,55, alors que la valeur n'est que:

- 0,08 dans la pomme de terre
- 0,1 dans le pain blanc
- 0,2 dans le lait.

La valeur nutritive des protéines des levures se rapproche de celle du lait, voire peut-être la même. Le lait et la levure sont tous les deux riches en lysine et pauvres en méthionine.

La levure est donc apte à supplémenter une ration à base de céréales.

A côté des protides, les levures contiennent des vitamines et du glutathion (de 350 à 500 mg/100g de levure sèche), ce tripeptide contrôle les processus d'oxydo-réduction et augmente la résistance de l'organisme aux infections.

Dans les pays en voie de développement, les levures-aliments peuvent prendre place pour plusieurs raisons:

- Des matières carbonées nécessaires à la culture de la levure existent généralement en grande abondance dans les pays carencés en protéines: mélasses, cellulose, pétrole.

- La production des bovins de boucherie nécessite des pâturages étendus, mais de telles surfaces n'existent pas dans les pays chauds et désertiques.

- Le prix de revient du kilogramme de protéines de levure est très faible par rapport à celui de la viande.

- Ces aliments se conservent bien dans de simples sacs de papier doublé de polyéthylène. Ce caractère de conservation est recherché dans un pays où la technologie alimentaire est rudimentaire.

Dans les pays développés, les levures sont utilisées pour supplémenter les biscuits (biscuits levurés) à raison de 8 %. De même pour des individus normalement nourris, l'ingestion de petites doses de levure-aliment peut être bénéfique et constituer une mesure de sécurité.

2 - LES GRAINES OLEAGINEUSES

Les graines oléagineuses, plus exactement les tourteaux d'huilerie correspondants, étaient exclusivement destinés à l'alimentation animale.

Ces tourteaux sont riches en protéines; leur composition en acides aminés indispensables paraît de façon générale mieux équilibrée que celle des céréales.

Les nutritionnistes ont pensé utiliser cette richesse en protéines au profit de l'alimentation humaine. Le choix d'une telle graine oléagineuse doit satisfaire à des impératifs d'ordre économique, technologique et nutritionnel. A l'heure actuelle, le soja répond à ces critères et prend la première place dans la nouvelle industrie alimentaire .

2.1 - Historique

Le soja est connu depuis la plus haute Antiquité par les populations de la Chine et du Japon qui s'en servaient comme aliment .

La graine de soja sert de matière première à la préparation de nombreux mets et d'une boisson très commune au Japon.

La culture du soja passa de l'Extrême-Orient en Amérique du Nord où elle s'est répandue rapidement. Quant à l'Europe, l'introduction de cette culture est très récente. Actuellement, les Etats-Unis sont le premier pays producteur de soja.

Depuis une dizaine d'années, l'industrie alimentaire a mis sur le marché américain des aliments riches

en protéines à base de soja. Ce sont des produits structurés qui présentent une texture rappelant celle des protéines animales. La transformation des protéines globulaires de soja en protéines fibreuses implique des procédés appropriés.

Entre 1898 et 1904, MILLAR et TODTENHAUPT obtiennent des fibres à partir des protéines: leurs travaux furent le point de départ des recherches qui aboutirent entre 1935 et 1941 à la mise au point par la compagnie FORD de textiles produits à partir de la caséine des protéines de soja et d'arachide.

Pendant la guerre et les années qui ont suivi, les conditions économiques et l'acuité des problèmes alimentaires ont incité les chercheurs à reprendre ces études de transformation de protéines végétales en fibres par restruction en vue de la fabrication d'aliments protéiques texturés destinés à l'alimentation humaine, susceptibles de remplacer partiellement les produits carnés tout en étant nettement moins coûteux.

2.2 - Valeur nutritive

a) - Teneur en protéines

La graine de soja utilisée en Europe pour l'alimentation humaine ou animale a généralement les caractéristiques rappelées dans les tableaux ci-après.

COMPOSITION MOYENNE SUR PRODUIT SEC

%	Graine de soja non décortiquée	Graine de soja décortiquée	Tourteau de soja décortiqué
% matière grasse	21,2	22,6	0,8
% phosphatides	1,9	2,0	1,6
% matières protéique	40,7	43,2	55,7
% cellulose	5,2	3,6	3,3
% matières minérales	5,0	5,1	6,5
% extractif non azoté	26	24,6	32,2

TENEURS COMPAREES EN ACIDES AMINES ESSENTIELS :
de tourteaux, de soja, de sésame et de protéines animales (g/16 g N)

	A	A'	B	D	E	F
Arginine	7,3	8,3	12,25	6,8	3,55	6,6
Histidine	2,4	2,6	2,4	2,4	2,9	2,4
Isoleucine	5,3	6,5	4,0	5,5	5,75	6,8
Leucine	7,7	6,8	6,6	8,75	10,0	9,0
Lysine	6,3	3,3	2,5	9,45	8,5	6,3
Méthionine	1,4	1,0	2,9	2,8	2,6	3,1
Cystine	1,6	-	2,3	1,3	0,9	2,3
Phénylalanine	4,9	5,0	4,6	4,6	5,35	5,9
Thréonine	3,9	3,9	3,5	4,85	4,6	5
Valine	5,2	5,5	5,1	6,35	7,15	7,4
Tryptophane	1,4	1,0	1,22	-	-	1,7
Tyrosine	3,2	3,4	3,75	3,75	5,1	4,4

A = Tourteau de soja délipidé (1)
A'= Concentré de protéine de soja (1)
B = Tourteau de sésame (2)
D = Muscle de veau (2)
E = Lait de vache (2)
F = Oeuf entier (1)

(1) Ibid
(2) Pion et Fauconneau 1966

La composition du soja en acides aminés essentiels se rapproche de celle des protéines animales, en particulier en ce qui concerne le taux de la lysine. Une seule déficience sensible concerne la méthionine. Par contre, les protéines du tourteau de sésame, assez pauvres en lysine, ont une teneur en méthionine comparable à celle de l'oeuf.

Le tourteau de sésame est caractérisé par son pouvoir antioxydant. Son addition aux tourteaux de soja apporte le méthionine et favorise la conservation des produits finis.

b) - Facteurs antinutritionnels

A côté de ces protéines assez équilibrées, le soja contient des hydrates de carbone incomplètement assimilables. On considère généralement qu'environ la moitié des hydrates de carbone totaux de soja sont assimilés par l'organisme.

La graine de soja contient, outre l'uréase, un certain nombre de facteurs antinutritionnels (substances goitrogènes, facteurs antitrypsiques).

Ces facteurs sont thermolabiles à divers degrés. Un traitement thermique adéquat de la graine les inactive ou les détruit, mais des températures ou des durées de chauffage excessives peuvent diminuer la valeur nutritive des graines de soja.

Pour détruire ces facteurs sans déprécier la valeur nutritive de la graine de soja, E. GUIDARELLI, R. EYERJOLE et J. LAWRENCE préconisent un chauffage à l'infrarouge. Ce chauffage est fait après ajustement de l'humidité des graines de soja vers 19% à 22 % de poids.

Le traitement à l'infrarouge réduit l'activité de l'uréase à un niveau où le test de Castay indique une très légère concentration. En plus, ce traitement par l'infrarouge a l'effet de donner au soja une saveur rôtie, saveur de noisette.

IV - LES PROTEINES VEGETALES TEXTUREES

Au cours de ces dernières années, les revues sur la nutrition et les maisons de publicité ont annoncé la fabrication d'un aliment végétal imitant la viande et les protéines végétales texturées.

Ces aliments texturés à base de protéines de soja ont été mis sur la marché en 1968 aux Pays-Bas et en Allemagne.

Ils sont apparus en France en Janvier 1969, représentés par les protéines végétales texturées ."P.V.T." d'Archer Daniels Midland, vendus sous le nom de "Nustec" par la société "Sempa Chimie".

En Mars 1970, les protéines de soja de Worthington Foods font leur apparition grâce à la société Marschall, Département des Laboratoires Mils sous le nom "temptein".

PRINCIPES DE FABRICATION

Le tissu musculaire est formé de protéines fibreuses constituées de faisceaux de chaînes polypeptidiques allongées et orientées. Ces chaînes sont unies entre elles par des liaisons peptidiques.

Pour obtenir un aliment imitant la viande dans le cas de produits filés, il faut disposer d'abord de protéines purifiées, ce qui suppose leur préparation.

Le soja possède des protéines globulaires. La transformation de protéines globulaires en protéines fibreuses nécessite la destruction des structures quaternaire, tertiaire et éventuellement secondaire des protéines de soja.

A partir de la structure primaire, les protéines sont enroulées en longues chaînes flexibles. La nouvelle conformation est réalisée par le passage de ces protéines, dispersées dans l'eau et une solution alcaline, dans une filière.

A la sortie de la filière, les protéines précipitent dans un bain à pH acide, cette précipitation favorise du reste des liaisons entre les chaînes.

Le produit obtenu est sans saveur ni odeur. Des additifs et liants ajoutés lui donnent le goût et l'arôme de la viande.

Les P.V.T. sont obtenues après passage dans un extrudeur d'un mélange de tourteau de soja et d'une solution alcaline. A la sortie de la filière les produits sont séchés et refroidis puis tronçonnés en segments ayant en général 10,2 cm de diamètre.

1 - LES PROCEDES DE FABRICATION

1.1 - Produits filés

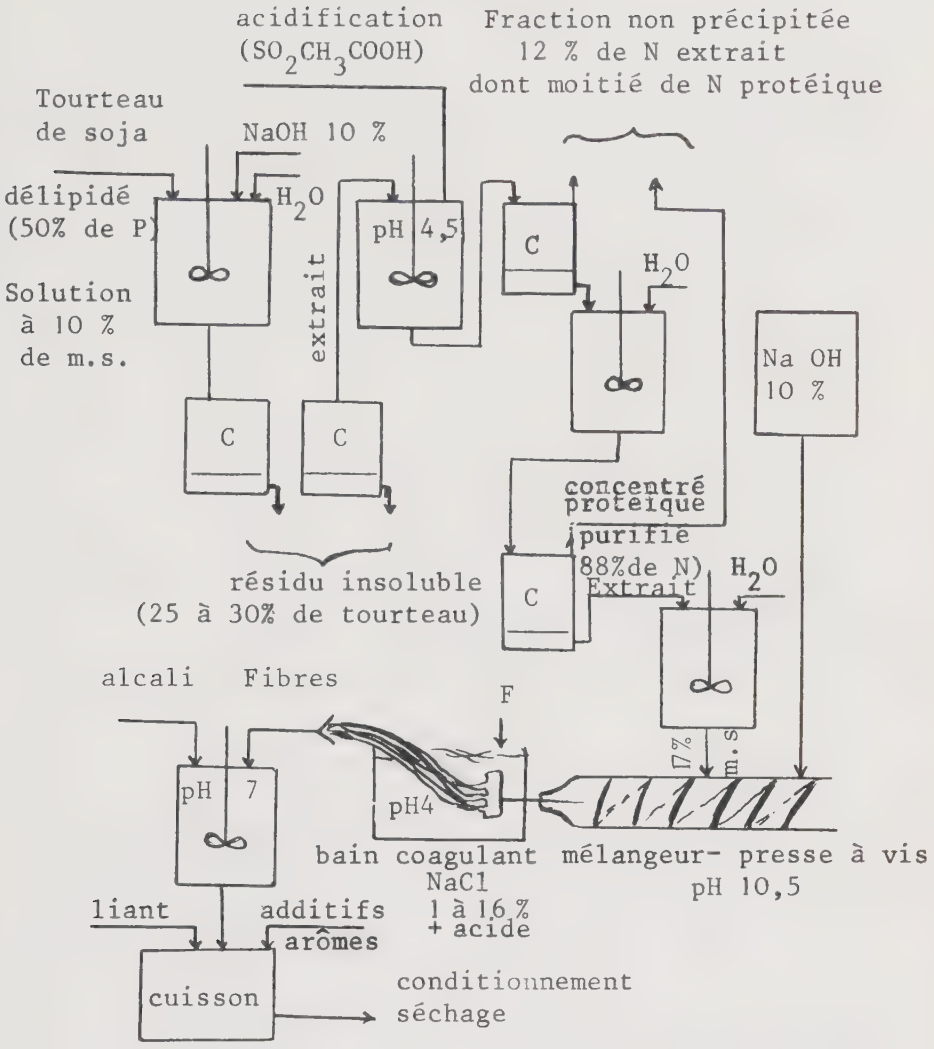
Procédé décrit par WESTEEN et KURAMOTO (fig. 1)

La matière première étant le tourteau de soja qui contient environ 50 % de protéine, on doit extraire et purifier cette dernière. On la dissout dans une solution de soude diluée puis on la précipite par acidification à un pH de 4,5, point isoélectrique des protéines de soja. On obtient ainsi un précipité qui peut contenir après lavage plus de 90 % de protéines et qui représente environ 80 % de l'azote de tourteau.

La protéine purifiée est redispersée dans l'eau; cette suspension est envoyée à l'entrée d'une presse à vis dans laquelle on fait arriver également la solution alcaline dont on règle le débit pour amener le pH dans la presse à la valeur désirée(pH :10,5); la presse réalise le mélange de deux solutions et refoule ce mélange sous pression dans la filière. Le temps de séjour dans la presse correspond à la période de "maturation" qui peut atteindre 15 minutes.

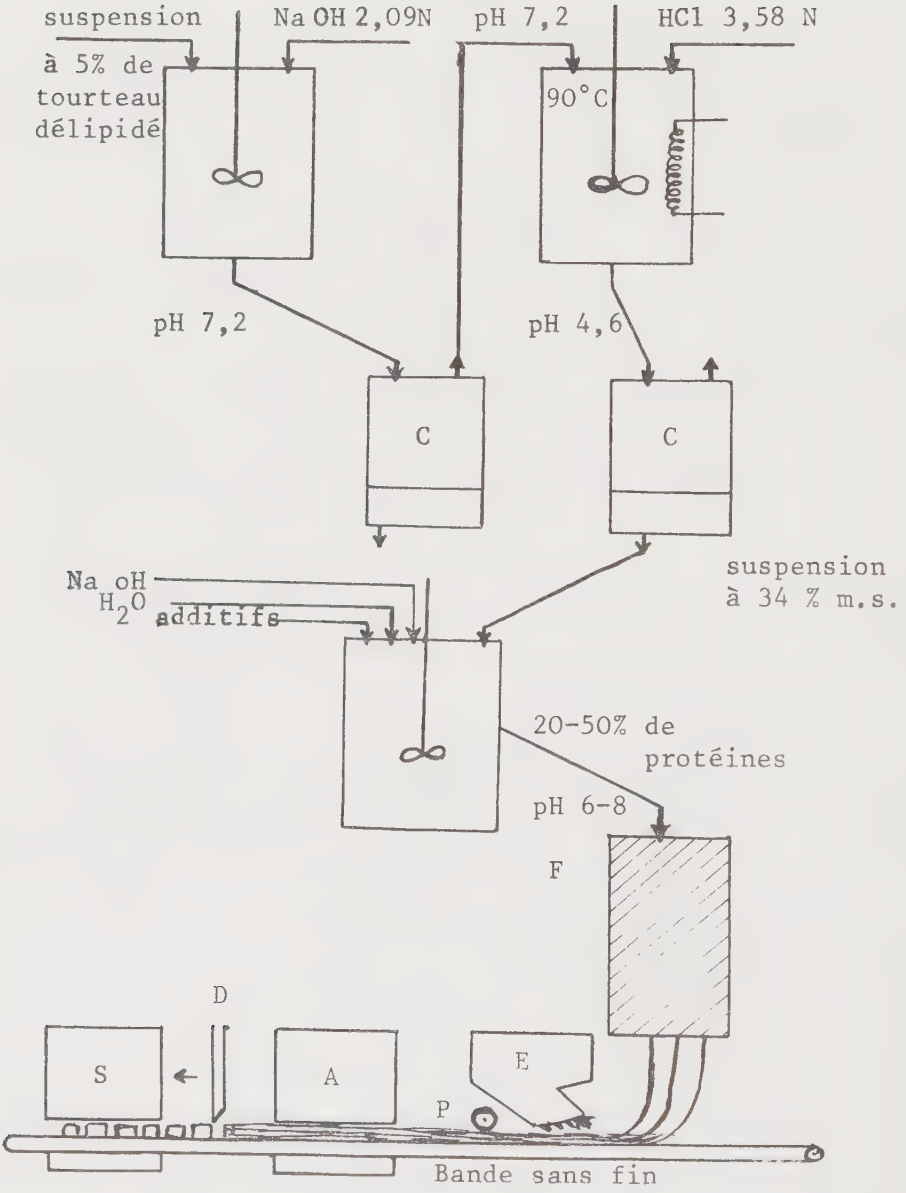
La filière débouchant dans un bain au pH isoélectrique des protéines de soja (pH voisin de 4) constitué en général par une solution d'un sel dans l'acide

FIGURE 1



C centrifugation F filière

FIGURE 2



C . centrifugation
F . extrusion
E . enrobage
P . pression
A . autoclavage
D . découpage
S . séchage

acétique. Les faisceaux sont coagulés et précipitent sous forme de fibres Suivant le diamètre des trous des filières, on peut obtenir des fibres de diamètre différent et modifier ainsi la texture du produit fini; à titre indicatif, les fabricants emploient généralement des diamètres de l'ordre de 0,05 à 0,1 mm.

Bien entendu, les fibres ne sont pas consommables telles quelles. Une fois lavées, on les noie dans un liant, on ajoute des matières grasses, des sucres, des arômes, des substances destinées à améliorer la valeur nutritive (vitamines, supplémentation en acides aminés), ou l'aspect, ou la conservation, et l'ensemble est soumis à la pression, puis à la cuisson, après quoi le produit est congelé, mis en boîte, desséché ou vendu tel quel. Le liant est formé en partie de protéines coagulables par la chaleur, qui peuvent être des protéines de soja, de l'oeuf, etc... et en partie d'amidon, d'alginate, de pectine... (les proportions varient selon les produits).

Outre leur rôle d'établir des ponts entre les fibres, ces substances assurent une hydratation convenable du produit. En effet, les fibres précipitées à leur point isoélectrique, présentent très peu d'affinité pour l'eau ; après cuisson, grâce au liant, l'hydratation des produits est comprise entre 50 et 70 %, c'est-à-dire comparable à celle de la viande cuite.

Ce procédé n'exige pas de traitement thermique pouvant nuire à la valeur nutritive des aliments fabriqués ; il est assez complexe et relativement coûteux et n'utilise qu'une partie des protéines de la matière première.

1.2 - Les produits texturés

a) Procédé d'Anson et Pader (Fig 2.)

Le matériau de départ est un tourteau de soja déshuilé titrant 50 % de protéine. La protéine de ce tourteau est purifiée. Un traitement thermique peut avoir lieu soit au

moment de cette purification, soit au moment de l'extrusion.

Dans le premier cas, il est nécessaire d'enrober les cylindres de pâte extrudés avec de l'amidon ou de la poudre de lait écrémé, par exemple, afin qu'ils ne se réagglomèrent pas ; dans le second cas, la coagulation par la chaleur suffit à maintenir les cylindres de pâte distincts.

b) Procédé simplifié

Il est possible de simplifier encore en supprimant l'étape de la purification de la protéine du tourteau délipidé, ce qui permet en outre d'utiliser ce tourteau dans sa totalité, d'où une économie de matière première venant s'ajouter à l'économie des moyens.

- Ces méthodes sont simples et moins coûteuses.
- Les produits finis sont d'une structure plus grossière
- La valeur nutritive de ces produits est faible à cause du traitement thermique.

°

° °

D E U X I E M E P A R T I E

LES PROTEINES VEGETALES TEXTUREES REMPLACENT-ELLES LA VIANDE ?

Les protéines de soja données aux animaux d'expérience et aux enfants montrent que leur proportion d'efficacité de protéine était de 2.1, c'est-à-dire qu'il y a un gain dans le poids du corps de 2.1 g par gramme de protéine absorbée. Les valeurs de la protéine du lait sont à peine supérieures : 2.5, et celle du boeuf déshydraté : 2.3.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence entre le lait écrémé et la protéine de soja en donnant aux enfants une dose de 2 g par kg et par jour de protéines de soja.

On conclura que la qualité de la protéine de soja est 80 % de celle du lait.

L'influence des produits texturés sur le bilan azoté de l'homme a été étudiée par B. POULLAIN. Il a comparé les bilans azotés d'une semaine témoin et d'une semaine au cours de laquelle une quantité de 40 g de P.V.T. déshydratée remplaçait un poids équivalent de protéines animales, le reste de l'alimentation restant identique entre les deux semaines.

RESULTAT :

Le bilan azoté ne diminue pas d'une façon significative lors de la semaine comprenant le P.V.T. par rapport à la semaine témoin. La diminution est de l'ordre de 5 %.

L'expérience ne montre aucun signe d'intolérance après l'introduction de P.V.T. dans l'alimentation.

I - LES CARACTERISTIQUES DES P.V.T.

1 - NUTRITIONNELLES

L'analyse quantitative des produits filés et texturés montre leur richesse en protéines.

Les produits texturés sont pauvres en lipides et plus riches en glucides que les produits filés. Le tableau suivant compare les compositions de ces deux produits.

Composition générale comparée de deux catégories d'aliments protéiques texturés à base de soja représentatifs des produits obtenus par chacun des deux types de procédés utilisés.

(Les chiffres sont donnés en % pour les produits en l'état)

	Protéines filées (1)	P.V.T (2)
- Protéines	55	50
- Lipides	18,5	1
- Glucides	15,5	35
- Cendres	3	6
- Eau	8	8

(1) Valeurs calculées à partir de données de W.W. THULIN et S'KURAMOTO, 1967.

(2) Valeurs calculées à partir de données de fabricant.

Une comparaison entre la teneur en acides aminés essentiels de deux types d'aliments protéiques texturés d'origine végétale et celle d'une viande de boeuf cuite montre :

(Valeur en g/100 g de produits prêts à être consommés)

Acide aminé	FILES (1)	P.V.T. (2)	Viande de boeuf cuite (3)
Tryptophane	0.46	0.27	0.23
Isoleucine	1.04	1.07	1.02
Leucine	1.79	1.54	1.60
Thrionine	0.94	0.77	0.86
Lysine	1.41	1.2	1.70
Méthionine	0.36	0.21	0.48
Cystine	0.71	0.28	0.25
Phénylalanine	1.29	1.09	0.80
Tyronine	0.84	0.79	0.66
Valine	1.22	1.17	1.08

(1) Valeurs empruntées à Suzanne D. KOURY et R.E. HODGES, 1968, produit à 70 g de protéines pour 100 g de M.S., hydratation 64 %.

(2) Valeurs calculées à partir des données de fabricants (relatives au produit en l'état) en supposant une réhydratation qui amènerait la teneur en eau du produit à 64 %, le produit contient 54 g de protéines pour 100 g de M.S.

(3) D'après Suzanne D. KOURY et R.E. HODGES, 1968.

A côté de leur richesse en glucides et protides, les produits texturés sont riches en oligoéléments, sels minéraux et en vitamines surtout du groupe B.

2 - BACTERIOLOGIQUES

La conservation d'une denrée alimentaire est conditionnée par sa qualité bactériologique, sa teneur en lipides et en eau.

Les produits texturés contiennent 8 % d'eau dont la plus grande partie est de nature liée, empêchant ainsi toute multiplication bactérienne. Quant aux lipides qui sont présents, à raison de 18,5 % dans les produits filés et de 1 % dans les P.V.T., ils offrent à ces aliments une bonne conservation. Toutefois, les produits texturés ont une durée de vie nettement supérieure à celle des produits filés.

La qualité des P.V.T. est en relation étroite avec le nombre de germes y existant. Les fabricants garantissent que ces produits contiennent, selon SPILLERS :

- germes banals : inférieurs à 1000/g
- coliformes : non décelables dans 1 g
- thermophiles : inférieurs à 10/g
- Salmonellae : non décelable dans 50 g

ne contiennent ni moisissures ni levures.

Donc la conservation et le stockage des produits texturés à l'état déshydraté ne pose aucun problème. Il suffit de les conserver dans leur emballage d'origine à la température ordinaire.

Après réhydratation, les produits doivent être utilisés rapidement ou conservés dans les mêmes conditions que les produits d'origine animale.

II - TECHNOLOGIE D'EMPLOI DES P.V.T.

1 - REHYDRATATION

Les produits texturés rappellent, par leur aspect, de petites boulettes de viande de taille variable selon le diamètre de l'extrudeur.

L'emploi de ces produits secs nécessite une réhydratation préalable. Il suffit de tremper les produits texturés dans une quantité d'eau égale à deux fois son poids à l'état sec.

La réhydratation s'effectue rapidement en présence d'eau chaude et avec des granulés de petite taille. Le temps de trempage est inférieur à une minute pour une eau à 80°C et des produits de taille très fine ; et de 10 minutes pour la même eau, mais avec des granulés de la grosseur d'une noix.

Une fois que les P.V.T. sont réhydratées, elles conservent une cohésion convenable dans l'eau de façon à ne pas se débiter.

2 - APPLICATIONS

2.1 - Les protéines filées

Les produits filés mis en vente sur le marché français ont le goût de viande et de jambon.

Les protéines de soja peuvent s'utiliser après une réhydratation sans préparation supplémentaire. Néanmoins, elles ont leur place dans d'autres recettes, telles que les fritelles par exemple.

RECETTE POUR 10 PERSONNES

• INGREDIENTS :

- viande ..... 700 g
- protéines de soja .. 100 g à l'état sec
  soit après réhydratation ..... 300 g
- mie de pain ..... 160 g
- champignons ..... 100 g
- oeufs 4
- lait ..... 40 cl
- sel, poivre, beurre, chapelure

• PREPARATION :

1°) Faire réhydrater les protéines de soja.

2°) Faire tremper la mie de pain dans le lait chaud.

3°) Hacher la viande, les protéines de soja, les champignons et la mie de pain.

Verser le tout dans une sauteuse.

4°) Ajouter quatre cuillerées de sauce béchamel épaisse.

5°) Tourner sur le feu dans une casserole jusqu'à ce que le tout se détache du fond en formant une pâte bien serrée. L'étaler sur un marbre et lorsqu'elle est froide diviser en fritelles en saupoudrant de farine.

6°) Les paner après les avoir passées à l'anglaise et les faire frire à la grande friteuse pendant trois minutes.

Servir avec une sauce.

2.2 - Les protéines texturées

Elles sont utilisées avec les viandes hâchées, les pâtés et les pâtés en croûte.

RECETTE DE HAMBURGER POUR COLLECTIVITES
POUR 50 PERSONNES

durée de la préparation : 10 minutes

• INGREDIENTS :

- viande de boeuf ..... 2500 g
- protéines texturées non hydratées ..... 850 g
- sel, poivre.

• PREPARATION :

1°) Plonger les protéines texturées dans 4 litres d'eau ou de bouillon à 80° ; on obtient 2500 g.

2°) Laisser 10 minutes environ.

3°) Egoutter.

4°) Refroidir.

5°) Hâcher viande et protéines texturées.

6°) Malaxer et lier.

7°) Reconstituer les hamburgers suivant leur forme habituelle.

8°) Assaisonner suivant goût.

III - ACCEPTABILITE DES P.V.T.

Jusqu'à nos jours, l'homme avait l'habitude de consommer la viande d'origine animale ; on se demandait quel allait être son comportement s'il devait manger un aliment imitant la viande et de nature végétale.

Des expériences ont été faites sur un groupe d'individus avertis et sur un autre groupe d'individus non avertis.

I - CONSOMMATEURS NON AVERTIS

Des protéines structurées de goût neutre ont été ajoutées dans le potage chaque jour pendant IO jours pour IOO personnes, à raison de 4 à 5 g (sec) par personne. Pendant un mois, il a été ajouté des protéines de goût neutre dans les tomates provençales, des protéines à goût de poulet dans les bouchées à la reine, des protéines au goût de jambon dans la viande hâchée et dans les croque-monsieur, ainsi que dans des sauces, à raison de 5 à I5 g par personne pour des malades et tout le personnel d'un hôpital de la région parisienne.

Il n'y a eu aucune remarque, ni de la part des malades, ni de la part du personnel, à l'exception "d'un goût fumé" très apprécié, obtenu dans la préparation avec la viande hâchée.

2 - CONSOMMATEURS AVERTIS

Dix étudiants ont pris en commun pendant trois semaines, sous le contrôle d'une diététicienne, leur repas de midi.

Quarante grammes de P.V.T. par personne et par repas étaient administrés en un plat unique et sans adjonction de viande.

La préparation était différente, chaque jour de la première semaine, mais le cycle de recettes se reproduisait de façon identique pendant la seconde et la troisième semaine pour suivre l'évolution de l'acceptabilité en fonction de l'accoutumance.

Résultats:

Le premier contact avec les P.V.T. a été favorable

et n'a pas suscité de réactions individuelles ou collectives tranchées, soit dans le sens d'une acceptation sans réserves, soit dans le sens d'un rejet définitif.

La texture et la grosseur des morceaux jouent un rôle primordial dans l'appréciation des P.V.T.: les protéines végétales texturées présentées en petits morceaux sont préférées.

Il n'y a pas de lassitude, même après l'ingestion des P.V.T. pendant trois semaines.

Les sujets les plus réticents les premiers temps acceptaient de mieux en mieux les P.V.T., au fur et à mesure de l'avancement de l'expérience.

Si l'aromatisation des P.V.T. est trop prononcée, elle provoque une réaction de méfiance instinctive. Mais il est tout de même nécessaire de relever ces plats avec des épices et des condiments.

L'aspect visuel de la préparation semble décisif et influe sur le goût de la recette.

De ces deux expériences on peut tirer la conclusion suivante :

L'introduction des P.V.T. dans les recettes ne provoque pas un rejet systématique de celles-ci. L'addition des matières grasses et des épices augmente l'acceptabilité des P.V.T.

Sur le plan psychologique, les recettes sont mieux acceptées si les consommateurs ignorent l'existence des P.V.T.

IV - AVANTAGES DES P.V.T.

Des gens pessimistes s'inquiètent du développement des protéines végétales texturées. Ils les voient concurrencer les produits d'élevage pour des raisons nutritives, diététiques, économiques, et en raison de leur acceptabilité.

Cette crainte paraît peu fondée. En effet, la production actuelle est sans commune mesure avec la production de viande.

On utilise à l'heure actuelle en Europe I 400 tonnes de protéines végétales imitant la viande, ce qui équivaut à 5 200 tonnes de viande, alors que la consommation européenne de viande dans la C.E.E. est de 19 millions de tonnes et ne cesse de progresser.

Donc le remplacement intégral de la viande par les P.V.T. se trouve entravé et dans les pays développés et dans les pays en voie de développement.

L'homme et sa psychologie, l'état et sa législation, le marché et ses lois font obstacle à une utilisation plus étendue. Elle reste modeste et ne dépasse pas une simple addition à la viande.

1 - REVALORISATION DE LA VIANDE

La valeur commerciale d'une viande va de pair avec son degré d'engraissement, ainsi le prix de la viande varie selon sa catégorie.

Les aptitudes technologiques des carcasses d'animaux trop gras sont à discuter.

L'excès de gras sur une viande favorise le rancissement

et le phénomène d'oxydation. Il empêche une réfrigération rapide et profonde en formant un isolant entre le froid et les muscles.

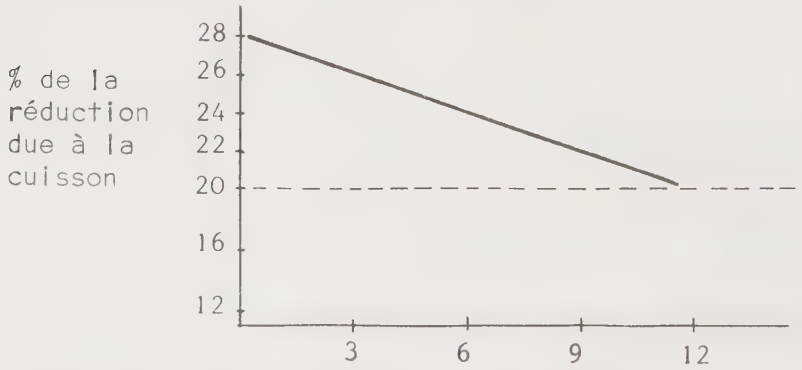
L'utilisation d'une telle viande demande un parage préalable. En conserverie, lors de la cuisson, elle perd une quantité non négligeable de son jus et rend sa stérilisation limitée.

Des considérations diététiques s'y ajoutent et rendent l'utilisation et la commercialisation de ces carcasses impossibles.

A cause de leur goût neutre et de leur faible teneur en lipides, les protéines végétales texturées peuvent s'additionner à ce genre de viande. Elles offrent à cette dernière des nouvelles aptitudes technologiques fort intéressantes telles que le pouvoir de rétention d'eau, et une faible réduction à la cuisson. La quasi-totalité du jus perdu par la viande au moment de la cuisson est retenue par les protéines végétales texturées.

Cette propriété a été démontrée par le Central Soya sur un produit texturé appelé Promosoy 20/60.

La courbe suivante montre que le pourcentage de la réduction à la cuisson décroît au fur et à mesure que la quantité de Promosoy ajoutée à une quantité donnée de la viande augmente.



Quantité de Promosoy 20/60 exprimée en livres par % à 100 livres de la viande. Une livre vaut 0.453 kg. La viande utilisée contient 25 % de gras.

Donc, l'emploi des produits texturés permet une meilleure utilisation de la viande d'animaux trop gras, ou de parties d'animaux jusqu'à présent mal exploitées (exemple : avant de boeuf, joue de boeuf).

2 - BAISSE DES PRIX

L'incorporation des protéines végétales texturées dans le plat de viande baisse le coût de ce plat. Une telle baisse est susceptible de réduire l'augmentation continuelle du prix des repas dans les collectivités et les restaurants universitaires.

Grâce à cette utilisation, il serait possible d'améliorer un autre plat ou d'ajouter un hors-d'oeuvre ou un dessert.

L'utilisation des P.V.T. dans la cuisine familiale permettrait aux ménagères de milieu modeste de mieux équilibrer leur budget, tout en apportant une quantité protéique suffisante à leurs plats.

Le prix de la viande est élevé dans les pays en voie de développement, à cause du niveau de vie bas, d'un élevage archaïque et d'un développement agricole encore limité.

L'emploi des P.V.T. dans ces pays permettrait aux familles pauvres et nombreuses de se nourrir avec des plats riches en protéines, contenant peu de viande, à un prix de revient acceptable.

Dans les pays africains , la famine cause souvent la mort de plusieurs milliers de personnes; une famine résulte des conditions climatiques, de la mort du cheptel et de la hausse des prix des produits alimentaires qui se raréfient.

L'utilisation des P.V.T qui sont facilement conservables aiderait ces pays à faire face à de telles crises.

Dans le domaine industriel ,l'emploi des P.V.T. permet de remplacer une partie de la viande et de faire baisser le prix du produit fini , tout en améliorant sa qualité.

V - LES CONTRAINTES

L'utilisation des P.V.T. ne trouve pas les mêmes obstacles dans tous les pays. Elle est entravée par la législation des pays développés, par la technologie industrielle et alimentaire dans les pays en voie de développement, et partout par la psychologie de l'homme.

1 - DANS LES PAYS DEVELOPPES

a) Aux Etats-Unis

Bien que les pays développés soient les premiers à avoir mis sur le marché les produits texturés , chez eux l'emploi de ces produits dans le domaine des préparations industrielles reste minime et même interdite .

Les Etats-Unis ont permis l'utilisation des texturés en alimentation humaine dans les repas des écoles.

Le Ministère de l'Agriculture américain, d'après la circulaire 219 du service d'alimentation et de nutrition en date du 22 février 1971, a recommandé l'utilisation des protéines végétales texturées et fortifiées dans les plats des Ecoles Nationales et du service spécial pour enfants.

Ces protéines texturées, à l'état hydraté, ne doivent pas dépasser 30 % de la préparation.

La circulaire indique aussi que l'humidité contenue dans les P.V.T. doit être comprise entre 60 et 65 %.

La notice 219 concerne seulement les repas scolaires, mais les produits texturés ne sont pas autorisés dans les produits de charcuterie.

Pour les plats cuisinés, les règlements exigent que si la dose employée (en produit sec) de produits texturés n'excède pas 3 %, il figurera dans la liste des ingrédients; de 3 à 10 %, il sera inscrit sur l'étiquette en caractères de dimension inférieure à ceux du produit additionné de produits végétaux texturés ; au-delà de 10 %, cette mention sera écrite dans le même caractère que le nom du produit.

b) - En France

Une circulaire du Service de la Répression des fraudes et du contrôle de la qualité interdit l'utilisation des protéines végétales texturées (soja) dans tous les cas où elles viendraient en remplacement de la viande dans des produits qui, compte tenu de leur appellation de vente, sont traditionnellement connus du consommateur comme étant fabriqués à partir d'éléments carnés (charcuterie, pâtes farcies).

Les autorisations d'emploi ont été données pour les plats cuisinés "dans la mesure où le consommateur en est informé" . De plus, l'autorisation d'emploi a été globalement donnée pour les collectivités " dans la mesure où le consommateur final est averti de l'addition de protéines texturées".

Les produits texturés pourraient être utilisés dans des préparations culinaires en donnant au produit final une autre définition; exemple: pâtes farcies aux protéines de soja, hachis de pommes de terre et de protéines de soja.

Enfin, les protéines de soja peuvent être incorporées dans des denrées alimentaires de compositions très variées telles que les potages, les sauces, à condition que la composition figure sur l'étiquetage.

L'exportation des préparations contenant des produits texturés bénéficie de certaines dérogations.

2 - PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Dans ces pays, l'éducation ne touche pas toutes les couches sociales de la même façon.

Cette grande faille intellectuelle, entre celui qui croit en la technologie et à la science et celui qui vit encore à l'état primitif, gêne l'utilisation des protéines texturées.

L'homme de ces pays n'acceptera pas facilement de voir ses traditions alimentaires et ses coutumes disparaître devant une assiette remplie de granulés ayant un goût et un aspect de viande sans l'être.

Sa psychologie l'empêche d'admettre que ces granulés sont capables de lui donner la même énergie qu'en mangeant sa viande.

Pour développer les produits texturés dans ces pays, il faut tenir compte de différents facteurs.

Il faut adapter le produit texturé aux exigences alimentaires et traditionnelles des pays. Le produit fini doit s'utiliser facilement dans les plats préparés localement sans changer les goûts de ces derniers.

Le comportement du consommateur doit être étudié en fonction des caractéristiques ethniques et sociales.

Il faut éloigner la méfiance de ce consommateur à l'égard des produits nouveaux en lui apportant des preuves faciles à donner et qui touchent sa vie quotidienne.

Le plus souvent, les produits vendus sur le marché de pays en voie de développement sont les mêmes que ceux de pays producteurs.

Pour lancer ces produits sur un tel marché, il ne faut jamais avoir recours à des méthodes publicitaires employées par les pays développés. Cela amène toujours à un échec certain et à une courte survie du produit.

Il faut créer des slogans compréhensibles par ces populations et tirées de la nature des pays et de leur religion.

Sur le plan économique, les aliments offerts aux consommateurs d'un pays pauvre doivent tenir compte du revenu de l'acheteur qui conditionne son pouvoir d'achat.

VI - DETECTION DES P.V.T.

Il semble indispensable de disposer de méthodes de détection assez sûres et sensibles pour que l'on puisse faire un usage raisonnable et honnête de ces nouvelles matières. Ces méthodes sont d'ordre histologique, sérologique, chimique et physico-chimique.

1 - METHODE HISTOLOGIQUE

Ces méthodes ne donnent pas de résultats satisfaisants et précis. Elles consistent, selon LINKE, en l'examen des coupes préparées à partir d'échantillons de produits analysés, après une coloration par la méthode de CALLEJA.

Cet examen met en évidence la structure des P.V.T. qui sont plus fortement colorées que les muscles.

La coloration de SCHIFF montre l'existence d'inclusions SCHIFF (+) dans les amas de P.V.T.

2 - METHODES SEROLOGIQUES ET IMMUNOLOGIQUES

Ce sont des réactions entre l'antigène et l'anticorps correspondant. Les protéines texturées jouent le rôle de l'antigène, l'anticorps sera représenté par le sérum d'animaux sensibilisés à ces protéines.

Ces méthodes peuvent d'ailleurs être couplées avec des séparations chimiques, dans la technique d'immunoélectrophrèse.

Ces méthodes sont très spécifiques, souvent très sensibles, mais exigent de disposer des sérums correspondant à chacune des protéines recherchées; or les sérums sont périssables, difficiles à obtenir, surtout lorsqu'on ne dispose pas d'une animalerie.

3 - METHODE CHIMIQUE

Les Américains préconisent une méthode simple pour l'analyse quantitative des protéines végétales texturées. Les échantillons à analyser sont marqués avec 0,1 % de titanium sous forme de dioxyde de titanium. Ainsi, l'analyse quantitative des protéines texturées est basée sur le dosage colorimétrique du titanium. L'échantillon est réduit en cendres qui sont dissoutes dans une solution de potassium et d'acide sulfurique. Le contenu en titanium est dosé par spectrophotométrie en se basant sur le complexe jaune titanium-péroxyde.

4 - METHODE PHYSICO-CHIMIQUE

Une nouvelle méthode pour déceler l'existence de protéines végétales texturées a été mise au point récemment par FROUIN et COLL. Elle est basée sur le principe de séparation par gradient de densité du soja et des lactoprotéines selon la méthode DE HOOG, puis utilise l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide.

Le produit est déshydraté à 50-55° C, par de l'anhydride phosphorique, en dessicateur Il est ensuite dégraissé à 50° C par l'éther de pétrole; l'insoluble est séché. Ce résidu est repris par la soude à pH.9, qui ne solubilise ou ne disperse que la fraction de protéines à poids moléculaire assez bas.

Cette solution est filtrée sur toile de nylon. Le filtrat est centrifugé à 3 000 tours/mn pendant 3 à 4 minutes. Le culot récupéré contient seulement la fraction de protéines à poids moléculaire élevé; il est repris par 1 ou 2 ml d'une solution d'urée 8 M additionnée d'une dizaine de gouttes de mercaptoéthanol et de 20 microlitres de dancylchlorure à 1 % dans l'acétone.

L'urée réduit les protéines à leur structure primaire, le mercaptoéthanol rompt les ponts S-S, le dancylchlorure augmente la sensibilité de la méthode. La préparation est laissée pendant une nuit

L'opération suivante est l'électrophorèse qui s'effectue sur appareil Canalco 1200 (gel de polyacrylamide, en tube de verre avec 16 % d'acrylamide).

Ce gel est fabriqué directement dans les tubes par mélange de l'acrylamide, du catalyseur et des réactifs, puis polymérisé en résine par la lumière. Cette électrophorèse se caractérise par 3 gels superposés.

- Le gel de séparation, réglé à pH 8,8 - 9 par tampon (triaminométhane à 30 %, soit 8 % dans le gel).

- Au-dessus se trouve le gel de concentration de même composition, sauf que le pH en est réglé à 6,6-6,8 .

Les protéines sont fortement solubles dans ce gel, elles y migrent très vite et viennent toutes s'aligner à l'interface avec le gel précédent.

- Le troisième gel est identique au précédent, mais l'échantillon à analyser lui a été mélangé.

On attend une demi-heure environ pour que l'interface au contact du gel de séparation se fasse bien. Les bains supérieurs et inférieurs assurent le contact électrique.

Le bain supérieur contient, en outre, une goutte ou deux de bleu de Bromophénol qui permet de suivre le front de migration lors de l'électrophorèse.

Le rôle du dodécyl-sulfate est de saturer négativement la charge des protéines, afin de n'opérer un tri que par séparation, selon les poids moléculaires.

L'électrophorèse s'effectue dans le sens du courant sous 5 mA par tube; elle dure 45 mn. Les gels sont ensuite récupérés, fixés durant 2 heures dans un mélange de 5 parties d'acide acétilique, 30 parties d'alcool méthylique, ajustés à 100 avec de l'eau, colorés par séjour de 2 heures dans une solution aqueuse à 0,2 % de bleu de Cornassie, décolorés 24 heures durant par le mélange de fixation fréquemment renouvelé.

LECTURE DES RESULTATS :

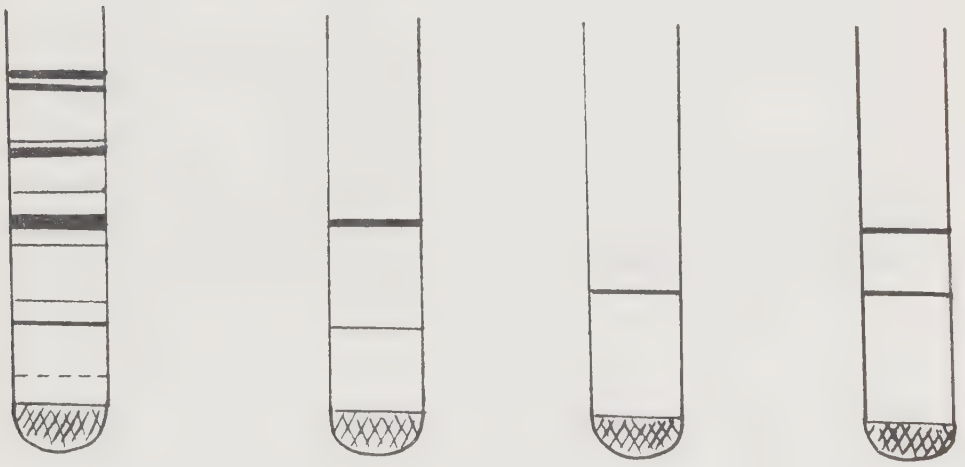
Les essais ont été effectués sur des produits fabriqués selon deux sortes de formules:

a) - Pâté de foie
b) - Pâté de viande

contenant du foie, des gelées, du maigre, du gras, du blanc d'oeuf, de la farine, des sels, épices, et aromates , auxquels ont été ajoutées des quantités variables de protéinate de soja, P.V.T. et ou caséinate. Ces produits étaient conditionnés en boîte 1/6e ronde et autoclavés à 117°C pendant 1H 15 mn.

Les bandes obtenues sur les gels permettent de caractériser les protéines de soja et le caséinate grâce à des R_f bien déterminés, mais à concentration égale les P.V.T. donnent des bandes de coloration moins intense que les protéinates de soja. Cela a pour conséquence de ne pas permettre d'obtenir la même sensibilité de détection pour les deux formes de soja. En effet, la limite qu'on peut atteindre pour les protéinates de soja et les caséinates est de 0,5 % tandis que pour les P.V.T. elle est de 5 %.

Le résultat est dû au traitement thermique appliqué aux P.V.T., où, sans doute, des réactions de MAILLARD sont produites lors de la texturisation.



°

° °

C O N C L U S I O N

-:-:-:-:-:-:-:-:-

Les protéines végétales texturées peuvent être une nouvelle source protéinique équilibrée en acides aminés indispensables.

Leurs caractères nutritionnels sont presque équivalents à ceux de la viande ; en outre, elles sont facilement acceptables par l'homme et sans conséquence nocive sur sa santé, mais ne remplacent pas intégralement la viande. Elles sont capables de valoriser d'autres protéines à bon marché, telles que la farine de poisson et certains morceaux de boucherie mal exploités.

L'extension de leur utilisation est entravée par une législation qui n'a pas été modifiée en tenant compte des connaissances actuelles.

Dans la majorité des pays, en voie de développement, qui sont les plus touchés par les carences en protéines, ces produits restent mal connus. Leur avenir dépendra d'une bonne adaptation aux traditions alimentaires de chaque pays et à leur niveau de vie.

°

° °

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

Professeur LABIE

Vu : Le Président de la Thèse

Professeur ROUX

Vu : Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

Vu et permis d'imprimer
Toulouse, le 23.4.74
LE PRESIDENT DE
L'UNIVERSITE PAUL SABATIER

Professeur LARENG

B I B L I O G R A P H I E

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

BIROLAND (P)
Les levures aliments.
Economie et Médecine animales. 1969, 10ème année, n° 3 , 183-201.

BUFFA (A)
Techniques de diffusion des produits alimentaires dans le Tiers Monde.
Cah. Nutr. Diét. 1972. VII, 3, 227-228.

CASEY (J.F)
Revue de la Conserve Alimentaire, 1973, n° 17, 40.

CONTOUR (S)
Le défi des aliments synthétiques et succédanés.
Industrie alim. agr. 1973. n° 3, 225-226.

CONTOUR (S), GUBLER (D)
Protéines végétales et aliments imitant la viande
Industrie alim. agr. 1972. n° 5, 641-647.

DE MAEYER (E.M)
Les protéines : Besoins et disponibilités.
Extrait des Annales Nestlé. 1972, n° 62, 12-17.

ENGRAND (M) et DUTERTRE (R)
Emplois alimentaires des farines de soja en fonction de leur valeur protéique.
Rev. Fr. des corps gras. 1973, 20ème année, n° 3, 197-198.

F. A. O.
Plan indicatif mondial pour le développement de l'Agriculture.
Revue 1969.

FROUIN (A)
Pour déceler avec certitude les protéines de soja.
Revue de la Conservation Alimentaire - 1973, n° 16, 143-144.

FROUIN (A), BARRAUD (C), et JONDEAU (D)
Détection des protéines de soja ou de lait dans les produits de viande stérilisés ou non.
XIXème Réunion Européenne des Chercheurs en Viande. Paris 1973.

GOUNELLE (H) et ASTIER-DUMAS (M)
Les protéines de soja structurées : acceptabilité.
Ann. Hyg. L. Fr. Méd. Nut. 1970, T6, n° 4, 97-99.

GUBLER (D)
Les protéines végétales dans les produits de la viande.
Conférence prononcée à l'association des Vétérinaires Hygiénistes alimentaires. Salon MATIC-1972.

GUIDARLLI (E), EVERSOLE (R) et LAWRENCE (J)
Infra Red Heating.
U.S.P.3, 141, 777. 21 juillet 1964.

JACQUOT (R) et FRANÇOIS (A.C)
Valeur nutritionnelle des protéines.
Symposium organisé le 15 novembre 1962 sous l'égide de la Délégation générale à la Recherche scientifique et technique. Paris I.N.R.A. 1963.

JUMEL (G)
Le droit alimentaire en 1973.
Revue de la Conserve Alimentaire. 1973. n° 19, 112.

LEFEBVRE (J)
La production d'aliments texturés destinés à l'alimentation humaine à partir de protéines végétales.
Cah. Nut. Diét. 1969, 4, 48-54.

LINKE (H)
Diagnostic histologique de la viande artificielle.
Kulmbacher Woche. 1968.

MOSSE (J) et FAUCONNEAU (G.W)
Les aliments de demain.
La recherche. 1973, n° 36, 636-643.

PICCIONI (M)
Dictionnaire des aliments pour les animaux.
La Maison Rustique 1965, 640 P.

POULLAIN (B), BLEYER (R), PICARD (O), et DEBRY (G)
Possibilités d'utilisation des protéines végétales texturées de soja dans l'alimentation humaine.
Cah. Nutr. Diét. 1973, 1, 21-24.

RAKOSY (J)
SOY Products for the meat industry.
J. Agr. Food. CHEM. 1970 Vol. n° 6, 1006.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
Food and Nutrition Service. Washington.
Textured vegetable protein products (B-I) ; F.N.S. notice 219.

°

° °